

Our Ref.:  
CUC-129

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

- - - - -x  
In re Application of: S. DURAL AVILA, :  
et al :

Serial No.: \_\_\_\_\_ :

Dated: October 22, 2003

Filed: Concurrently herewith :

For: MULTI-STAGE ELECTRIC PUMP UNIT :

Commissioner of Patents  
P.O. BOX 1450  
Alexandria VA 222313-1450

S i r :

With respect to the above-captioned application,  
Applicant(s) claim the priority of the attached application(s) as  
Provided by 35 U.S.C. 119.

Respectfully submitted,

Donald C. Lucas  
MUSERLIAN, LUCAS AND MERCANTI  
Attorneys for Applicants  
475 Park Avenue South  
New York, NY 10016  
(212) 661-8000

Enclosed: Certified Priority Document No. 200300601 (Spanish)





MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGIA



# CERTIFICADO OFICIAL

Por la presente certifico que los documentos adjuntos son copia exacta de la solicitud de PATENTE de INVENCION número 200300601, que tiene fecha de presentación en este Organismo el 13 de Marzo de 2003.

Madrid, 6 de agosto de 2003

El Director del Departamento de Patentes  
e Información Tecnológica.

P.D.

CARMEN LENCE REIJA





MINISTERIO  
DE CIENCIA



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

# INSTANCIA DE SOLICITUD

NUMERO DE SOLICITUD

FECHA Y HORA DE PRESENTACIÓN EN LA O.E.P.M.

FECHA Y HORA PRESENTACIÓN EN LUGAR DISTINTO O.E.P.M.

(4) LUGAR DE PRESENTACIÓN

CÓDIGO

MADRID

28

(1) MODALIDAD

☒ PATENTE

(2) TIPO DE SOLICITUD

☐ ADICIÓN

☐ SOLICITUD

☐ CAMBIO DE MODALIDAD

☐ TRANSFORMACIÓN SOLICITUD PATENTE EUROPEA

☐ PCT: ENTRADA FASE NACIONAL

☐ MODELO DE UTILIDAD

(3) EXPED. PRINCIPAL O DE ORIGEN:  
MODALIDAD

NUMERO SOLICITUD

FECHA SOLICITUD

(5) SOLICITANTE(S): APELLIDOS O DENOMINACIÓN SOCIAL

NOMBRE

NACIONALIDAD

CÓDIGO PAÍS

DNI/CIF

CNAE

PYME

INDAR MÁQUINAS HIDRÁULICAS, S.L.

ESPAÑOLA

ES

(6) DATOS DEL PRIMER SOLICITANTE

DOMICILIO B° Altamira - Pol. Ind. Txara

LOCALIDAD BEASAIN

PROVINCIA GIPUZKOA

PAIS RESIDENCIA ESPAÑA

NACIONALIDAD ESPAÑA

TELÉFONO

FAX

CORREO ELECTRONICO

CÓDIGO POSTAL 20200

CÓDIGO PAÍS ES

CÓDIGO NACIÓN ES

(7) INVENTOR (ES):

APELLIDOS

NOMBRE

NACIONALIDAD

CÓDIGO PAÍS

DURÁN AVILA

RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

SILVIA

MARIA ELENA

ESPAÑOLA

ESPAÑOLA

ES

ES

(8)

☐ EL SOLICITANTE ES EL INVENTOR

☒ EL SOLICITANTE NO ES EL INVENTOR O ÚNICO INVENTOR

(9) MODO DE OBTENCIÓN DEL DERECHO:

☒ INVENC. LABORAL

☐ CONTRATO

☐ SUCESIÓN

(9) TÍTULO DE LA INVENCION

GRUPO ELECTROBOMBA MULTITAPA

(11) EFECTUADO DEPÓSITO DE MATERIA BIOLÓGICA:

☐ SI

☒ NO

(12) EXPOSICIONES OFICIALES: LUGAR

FECHA

(13) DECLARACIONES DE PRIORIDAD:  
PAÍS DE ORIGEN

CÓDIGO PAÍS

NÚMERO

FECHA

(14) EL SOLICITANTE SE ACOGE AL APLAZAMIENTO DE PAGO DE TASAS PREVISTO EN EL ART. 162. LEY 11/86 DE PATENTES ☐

(15) AGENTE/REPRESENTANTE: NOMBRE Y DIRECCIÓN POSTAL COMPLETA. (SI AGENTE P.I., NOMBRE Y CÓDIGO) (RELLENSE, ÚNICAMENTE POR PROFESIONALES)

URIZAR BARANDIARAN, MIGUEL ANGEL, 337/9, P° CASTELLANA, 166, MADRID, MADRID, 28046, ESPAÑA

(16) RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN:

☒ DESCRIPCIÓN. N° DE PÁGINAS: 12

☒ N° DE REIVINDICACIONES: 2

☒ DIBUJOS. N° DE PÁGINAS: 4

☐ LISTA DE SECUENCIAS N° DE PÁGINAS: 0

☒ RESUMEN

☐ DOCUMENTO DE PRIORIDAD

☐ TRADUCCIÓN DEL DOCUMENTO DE PRIORIDAD

☒ DOCUMENTO DE REPRESENTACIÓN

☒ JUSTIFICANTE DEL PAGO DE TASAS DE SOLICITUD

☐ HOJA DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

☐ PRUEBAS DE LOS DIBUJOS

☐ CUESTIONARIO DE PROSPECCIÓN

☐ OTROS:

FIRMA DEL SOLICITANTE O REPRESENTANTE

MIGUEL ANGEL URIZAR  
BARANDIARAN

(VER COMUNICACIÓN)

FIRMA DEL FUNCIONARIO

NOTIFICACIÓN DE PAGO DE LA TASA DE CONCESIÓN:

Se le notifica que esta solicitud se considerará retirada si no procede al pago de la tasa de concesión; para el pago de esta tasa dispone de tres meses a contar desde la publicación del anuncio de la concesión en el BOPI, más los diez días que establece el art. 81 del R.D. 2245/1986

ILMO. SR. DIRECTOR DE LA OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

informacion@oepm.es

www.oepm.es

C/ PANAMÁ, 1 • 28071 MADRID

NO CUMPLIMENTAR LOS RECUADROS ENMARCADOS EN ROJO



## RESUMEN Y GRÁFICO

### RESUMEN (Máx. 150 palabras)

Grupo electrobomba multietapa, de los que constan de una bomba centrífuga multifásica y con un motor eléctrico directamente acoplado a la bomba, constando cada etapa de la bomba, de un impulsor y un difusor que constan cada uno de ellos de canales con zonas alabeadas y no alabeadas, delimitadas entre una superficie-tapa y una superficie-cubo, y siendo el ángulo  $\beta$  el ángulo de la tangente en cada punto, caracterizado porque siendo el eje Y de la electrobomba la coordenada radial y X la coordenada axial, para caudales Q entre 2500 y 8000 l/min los puntos de la superficie del impulsor y del difusor cumplen la ecuación polinomial de sexto grado  $Y = f(x) = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 + Ex^2 + Fx + G$  y cambiando las constantes de la ecuación para cada parte-zona del difusor y del impulsor. De aplicación en máquinas hidráulicas.

### GRÁFICO

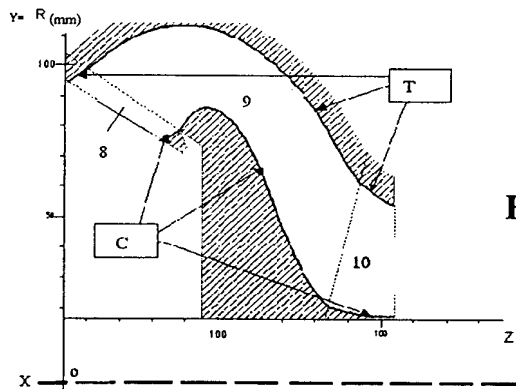


Fig. 6



## SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION

(21) NÚMERO DE SOLICITUD

P 2003 00601

(22) FECHA DE PRESENTACIÓN

13 MAR 2003

(62) PATENTE DE LA QUE ES  
DIVISORIA

(31) NÚMERO

DATOS DE PRIORIDAD

(32) FECHA

(33) PAÍS

(71) SOLICITANTE (S)

INDAR MÁQUINAS HIDRÁULICAS, S.L.

DOMICLIO B° Altamira - Pol. Ind. Txara  
BEASAIN

NACIONALIDAD ESPAÑA

20200 GIPUZKOA ESPAÑA

(72) INVENTOR (ES)

SILVIA DURÁN AVILA, MARIA ELENA RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

(51) Int. Cl.

GRÁFICO (SÓLO PARA INTERPRETAR RESUMEN)

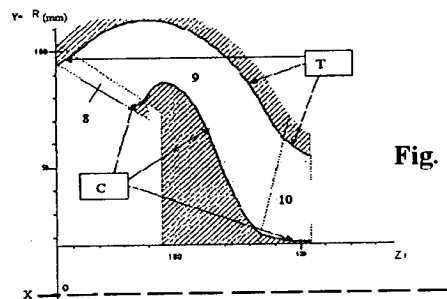


Fig. 6

(54) TÍTULO DE LA INVENCION

GRUPO ELECTROBOMBA MULTIETAPA

(57) RESUMEN

Grupo electrobomba multietapa, de los que constan de una bomba centrífuga multifásica y con un motor eléctrico directamente acoplado a la bomba, constando cada etapa de la bomba, de un impulsor y un difusor que constan cada uno de ellos de canales con zonas alabeadas y no alabeadas, delimitadas entre una superficie-tapa y una superficie-cubo, y siendo el ángulo  $\theta$  el ángulo de la tangente en cada punto, caracterizado porque siendo el eje Y de la electrobomba la coordenada radial y X la coordenada axial, para caudales Q entre 2500 y 8000 l/min los puntos de la superficie del impulsor y del difusor cumplen la ecuación polinomial de sexto grado  $Y = f(x) = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 + Ex^2 + Fx + G$  y cambiando las constantes de la ecuación para cada parte-zona del difusor y del impulsor.

De aplicación en máquinas hidráulicas.

## GRUPO ELECTROBOMBA MULTITETAPA

Los grupos electrobomba multitapa son máquinas hidráulicas que están constituidos por bombas centrífugas multifásicas, cuyo motor eléctrico está directamente acoplado a la parte de bomba.

5 Los elementos hidráulicos principales son impulsor y difusor. El impulsor es el elemento clave de cada bomba (convierte la velocidad de giro en presión), aunque el cuerpo ó difusor tiene una gran importancia, ya que reconduce el fluido desde la salida del impulsor a la entrada del siguiente impulsor consiguiendo una recuperación de la presión estática. Cuando la altura deseada es muy elevada se  
10 recurre a la colocación de varios impulsores en serie, de ahí la denominación de grupos multitapa BL.

Lo que se le pide a una electrobomba es que el rendimiento sea máximo, y lo será si es máximo el rendimiento en el impulsor y en el difusor.

15 Las electrobombas actuales tienen un rendimiento que suele situarse entre 75 y 80% del trabajo total invertido en la electrobomba.

El objetivo del invento es superar ese rendimiento.

El inventor ha considerado básico el lograr la estabilidad de la bomba, evitar la cavitación y turbulencias y que las zonas de curvatura y no curvatura en los álabes del impulsor y difusor sea tal que el flujo tenga un guiado perfecto y  
20 siga correctamente la dirección de los álabes.

El solicitante ha desarrollado un grupo electrobomba multitapa, de los que constan de una bomba centrífuga multifásica y con un motor eléctrico directamente acoplado a la bomba, constando cada etapa de la bomba, de un impulsor y un difusor que constan cada uno de ellos de canales con zonas alabeadas y no  
25 alabeadas, delimitadas entre una superficie-tapa y una superficie-cubo, y siendo el ángulo  $\beta$  el ángulo de la tangente en cada punto, que se caracteriza porque siendo el eje Y de la electrobomba la coordenada radial y X la coordenada axial, para caudales Q entre 2500 y 8000 l/min los puntos de la superficie del impulsor y del difusor cumplen la ecuación polinomial de sexto grado  $Y = f(x) = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 +$   
30  $Ex^2 + Fx + G$  y siendo en el difusor:



a) en el cubo la zona no alabeada  $A=B=C=D=E=0$ ;  $F=0.6605$ ;  
 $G=20.45$ ;

b) en la tapa la zona no alabeada  $A=B=C=D=E=0$ ;  $F=0.7225$ ;  
 $G=55.648$

5 c) en el cubo la zona alabeada  $A=-9E-09$ ;  $B=7E-06$ ;  $C=-0.0019$ ;  
 $D=0.3064$ ;  $E=-26.923$ ;  $F=1256.3$ ;  $G=-24283$

d) en la tapa la zona alabeada;  $A=1E-10$ ;  $B=-9E-08$ ;  $C=2E-05$ ;  
 $D=-0.0033$ ;  $E=0.2349$ ;  $F=-7.616$ ;  $G=174.28$

e) en el cubo la zona no alabeada;  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=-1E-05$ ;  
10  $D=0.0073$ ;  $E=-1.7542$ ;  $F=186.27$ ;  $G=-7311.6$ ;

f) en la tapa la zona no alabeada;  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=0$ ;  $D=0.0053$ ;  
 $E=-2.6745$ ;  $F=446.37$ ;  $-G=24717$ ;

g) en el cubo  $\beta$ ;  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=1E-06$ ;  $D=-0.0002$ ;  $E=0.0203$ ;  
 $F=-1.0819$ ;  $G=156.82$ ;

15 h) en la tapa  $\beta$ ;  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=3E-07$ ;  $D=-1E-04$ ;  $E=0.0101$ ;  
 $F=-0.7587$ ;  $G=175$ .

Para caudales diferentes se modifican las constantes del polinomio  
para el impulsor.

20 Con estas características geométricas de los componentes de la  
electrobomba, los rendimientos obtenidos con las electrobombas son sustancialmente  
superiores a las conocidos, lográndose incrementos de hasta el 14%, lo que en este  
tipo de máquinas es sorprendente.

Tanto el impulsor como el difusor en la tecnología convencional  
son de fundición, lo que impide la precisión en las formas geométricas-curvas de  
25 características tan dificultosas y especiales de ambos cuerpos.

En el invento y una vez desarrollado el polinomio mencionado se  
puede programar con exactitud a un centro de mecanizado con lo que se consiguen  
ínfimas desviaciones de las formas geométricas reales respecto a las teóricas y en  
consecuencia muy pequeñas desviaciones de los rendimientos reales respecto de los  
30 teóricos.

Para comprender mejor el objeto de la presente invención, se adjuntan figuras que lo explican.

La figura 1 es una representación de un vortice-torbellino en la aspiración (a) del fluido (f).

5 La figura 2 es es una representación de la capa límite del fluido siendo la pared del canal, por ejemplo, del impulsor

La figura 3. una representación de la entrada del fluido en los álabes del impulsor.

10 La figura 4 es una representación del entronque entre un impulsor y un difusor no alabeado a la parte no alabeada de un difusor.

La figura 5 es una vista en sección y en coordenadas de la geometría y flujo de un impulsor.

La figura 6 es una vista en sección y en coordenadas de la geometría y flujo de un difusor.

15 La figura 7 es un diagrama de  $\beta$  y % M pata tapa (T) y cubo (C).

La nomenclatura utilizada es la siguiente:

-  $A \in [2.3, 5]$  Esto significa que A pertenece a un intervalo cerrado (se incluyen los valores extremos del intervalo) cuyos extremos son 2.3 y 5. Esto es, A puede tomar cualquier valor comprendido entre 2.3 y 5, ambos inclusive.

20 - Q significa caudal cuyas unidades están en l/min.

- Plano (Z, R) es el plano definido en las figuras 5 y 6: se grafica en ordenadas R (coordenada radial) y en abscisas Z (coordenada axial). R (mm) y Z (mm). El eje Z está decalado en el gráfico respecto al eje Y de revolución de la electrobomba.

25 - Tapa y cubo son las curvas mostradas en la figura tanto para el impulsor como para el cuerpo ó difusor. Todas estas curvas presentan axisimetría (simetría axial).

- Ángulo  $\beta$  ( $^{\circ}$ ) (figuras. 3 y 7).

30  $\beta$  en un punto del álabe es el ángulo de la tangente al álabe en dicho punto (dirección tangencial).

La gráfica ( $\beta$ , %M) aporta los valores de  $\beta$  para cada valor de %M (porcentaje de la distancia recorrida sobre el álabe, entendiendo que el 0% es el inicio del álabe y el 100% el final del mismo).

- Canal de impulsor y/o difusor.

5 Se corresponde con el volumen de fluido encerrado entre dos álabes consecutivos, la tapa y el cubo del impulsor y/o difusor.

- "Doble curvatura".

Es la magnitud de la coordenada tangencial desde el borde de entrada del álabe hasta el borde de salida del mismo.

10 Dada una distribución de beta se fijan los valores de "doble curvatura" en la entrada (tanto en la tapa como en el cubo) para la definición completa del canal del impulsor (ídem difusor).

Los elementos constitutivos del impulsor y difusor son:

15 (T) Tapa: Es la superficie de flujo más exterior de un sendero de flujo de bomba.

Álabe: superficie (con distribución de espesor determinado) con forma aerodinámica que sale del cubo de un impulsor o estator y es responsable del giro del flujo, y en el caso de álabes rotativos de transferir el trabajo al flujo.

20 (C) Cubo: Es la superficie de flujo más interior de un sendero de flujo de bomba.

Las paredes del canal del impulsor y/o difusor que no son álabes, son la tapa (T) y el cubo (C).

25 Una vez que el flujo entra en el canal del impulsor las capas límites comienzan a desarrollarse en todo el álabe en las superficies de tapa y cubo. El corazón del flujo, al menos inicialmente tiende a seguir razonablemente bien el canal del álabe, asumiendo un flujo uniforme de entrada. Si se produce una distorsión en el flujo de entrada, entonces el corazón del flujo estará caracterizado por la presencia de vórtices desde el principio lo cual debe ser evitado.

30 Los vortices (ver figura 1) son un ejemplo de potencial en el que las líneas de corriente giran alrededor de un punto central (e.g. borrasca, tornado)

cumpléndose, en la realidad, que en el centro, la velocidad es nula y por lo tanto, la presión sea máxima.

Los puntos en contacto con las paredes del canal ( $v=0$ ) van frenando a las partículas de fluido que van cercanas a las paredes; se forma de este modo una capa llamada capa límite dentro de la cual las velocidades de las partículas de fluido son menores que en la zona no perturbada.

$$U_{CAPA\_LIMITE} < U_{RESTO\ DE\ PARTICULAS}$$

Siendo  $U$  la velocidad total de las partículas

Se define  $\delta$  como la altura de la capa límite (CP) (ver figura 3) y es el lugar geométrico de los puntos cuya velocidad es  $\approx 99\%$  de la velocidad de los puntos exteriores a la capa límite.

A medida que el flujo avanza en el canal del impulsor ambos ellos, el corazón del flujo (CF) y la superficie de capa límite, experimentan campos complejos de fuerzas y se desarrollan formas de flujo más complicadas. Las capas límite al principio siguen la dirección de flujo libre. Sin embargo, a medida que avanza el fluido en el canal del impulsor, tanto las capas límites como el corazón del flujo están influenciadas por un campo de fuerzas a través del canal. Es por ello, que alrededor del corazón de flujo, se desarrolla un flujo secundario cerca de la superficie de succión de la tapa y un flujo de elevado momento situado en el área de presión del cubo.

En general se considera flujo secundario a aquel en el que predominan los efectos viscosos. Por otro lado, es considerado flujo primario al flujo en el que los efectos cinéticos son predominantes.

Como característica general, puede afirmarse que tanto en el flujo primario como en el secundario se cumplen las ecuaciones de conservación (ecuaciones que junto con las condiciones de contorno gobiernan el comportamiento del flujo del fluido al trasegar el conducto ya sea rotativo ó fijo).

Las características básicas fluidodinámicas de una etapa de bomba pueden introducirse examinando detalladamente cada uno de los componentes y sus triángulos de velocidades dominantes con los principios de:

1).- El primer principio es la conservación de la masa.

2).- La ecuación de movimiento de Newton en un sistema de coordenadas angular.

3).- La ecuación de Euler de la turbomaquinaria, la cual simplemente dice que el aumento de entalpía es igual al cambio en el momento angular.

Con estos principios se pueden examinar los triángulos de velocidades en distintas posiciones del campo de flujo.

El primer punto importante es la entrada (1) entre los álabes (2) del impulsor. Los principales parámetros se ilustran en la figura 2.

Aquí se reconoce una gran variedad de posibilidades de estados de flujo de entrada para un mismo flujo que se trae hacia el ojo del impulsor con una velocidad meridiana  $C_m$ .

El flujo se encuentra con la rueda de la bomba moviéndose con una velocidad perimetral  $U = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N$ . El triángulo de velocidades se escribe de acuerdo al siguiente principio básico:

$$\text{Velocidad relativa} + \text{Velocidad del impulsor} = \text{Velocidad Absoluta}$$

Para un flujo de entrada al impulsor donde  $C_\theta = 0$  (entrada perfecta del flujo al impulsor), el ángulo relativo de flujo se define por la velocidad meridiana en la entrada (controlada por el flujo másico y las variaciones de densidad) y la velocidad local del impulsor ( $U$ ). El ángulo de flujo relativo resultante es  $\beta$ .

Si  $\beta$  es igual al ángulo del álabe, entonces el flujo sigue correctamente la dirección del álabe. Sin embargo bajo condiciones de operación diferentes el ángulo puede ser mayor ó menor que el ángulo del álabe y debido a ello el flujo experimentará un cierto nivel de incidencia. El estado de flujo de entrada puede ser también modificado substancialmente en el caso de que existiera prerrotación (giro del agua antes de entrar en la rueda) bien sea en el mismo sentido de giro o en el contrario del eje del motor.

Esta entrada ideal al impulsor puede conseguirse con un diseño de aspiración adecuado.

Al variar tanto el flujo másico como el área de flujo la velocidad relativa  $W_{1t}$  (velocidad relativa del impulsor a la entrada (1) en la tapa) tiene un mínimo. A medida que aumenta la velocidad para el diámetro de entrada o al aumentar el área de flujo,  $U$  aumenta. Si se reduce el área de flujo esto es el flujo  
5 másico por unidad de área, entonces  $C_m$  aumenta.

La componente de la velocidad meridiana  $C_m$ , está gobernada por la ecuación de conservación de masa, y el ángulo absoluto de flujo es el resultado del ángulo relativo de flujo y la velocidad del impulsor. En la práctica el ángulo de flujo a la salida no sigue exactamente al álabe sino que difiere en una cantidad. Esta  
10 diferencia, en términos de velocidad tangencial, se conoce como velocidad de deslizamiento, de la cual se deriva el factor de deslizamiento.

Tanto para álabes radiales como para álabes curvados, el ángulo de flujo absoluto resultante ( $\alpha$ ) es muy grande, típicamente  $\alpha = 50^\circ$  a  $80^\circ$  (referencia radial) ó  $\alpha' = 10^\circ$  a  $40^\circ$  (referencia tangencial). Lo más común es que este ángulo se  
15 encuentre  $\alpha' = 15^\circ$  a  $25^\circ$ , ó  $\alpha = 65^\circ$  a  $75^\circ$ . El triángulo de velocidades a la salida es importante no sólo para determinar el nivel de trabajo o aumento de presión, sino también para el entendimiento de la variación en la presión con cambios en el flujo másico.

Una vez que se especifican las condiciones de operación y se sabe  
20 el nivel de rendimiento del impulsor, además de realizar una buena estimación del factor de deslizamiento, entonces se puede calcular desde la entrada hasta la salida el flujo. El campo de flujo resultante se caracteriza por poseer una cantidad importante de energía cinética con cierto giro en la salida.

El rendimiento, tal y como se ha descrito anteriormente, relaciona  
25 el trabajo isoentrópico (*trabajo isoentrópico*: el menor trabajo que se podría usarse para alcanzar la altura deseada) con el trabajo real. Esto es una definición rigurosa de termodinámica.

Para poder definir los triángulos de velocidades es necesario conocer el valor del rendimiento del impulsor y obtenerlo no resulta sencillo.

El siguiente paso a considerar es la descarga desde un difusor no alabeado, ó, en cualquier punto dentro de un difusor no alabeado.

Es posible convertir energía cinética en aumento de la presión estática mediante el cambio en el radio del camino descrito por el flujo medio, de acuerdo con la ley de conservación del momento angular.

El momento angular se relaciona con el momento angular a la salida del impulsor de acuerdo con la ley de conservación del momento angular. De hecho, parte de este momento angular es destruido a medida que el flujo trasiega por el difusor no alabeado. Entonces deben ejecutarse cálculos más precisos para poder estimar el nivel de esta degradación. Se puede decir que aproximadamente puede perderse de un 5 a un 15% de momento angular.

La componente meridiana de la velocidad total ( $C_m$ ) puede ser calculada con exactitud a partir de la ecuación de la conservación de la masa (una vez conocida la variación de la densidad). En cambio, el ángulo de flujo se determina a partir de una combinación de estas dos relaciones. El ángulo de flujo a través del difusor no alabeado depende del ancho del canal.

Como segunda medida de conversión de la energía cinética en aumento de la energía de presión se emplea la variación en el área que debe seguir el flujo en el difusor.

Los difusores juegan un papel importante también en la regulación de los niveles de flujo como nexo de unión entre diferentes componentes y en el control de los empujes radiales.

Los difusores no alabeados (3) (ver figura 4) están compuestos esencialmente por dos paredes paralelas (4) formando un canal abierto radial anular desde la salida del impulsor (5) hasta algún límite de radio mayor. A veces va seguido de una voluta colectora y otras de un cuerpo difusor. Sin embargo, algunos difusores no llevan "pellizco" y en otros casos se usa un difusor no alabeado en la que el área va en aumento, esto se usa como parte de un sistema de entrada a una configuración de difusor de canal.

La existencia de un difusor no alabeado entre el impulsor y el cuerpo difusor (alabeado) ayuda a que se evite el acople de los modos de vibración entre los álabes del cuerpo difusor y los álabes del difusor, evitando de esta manera que el borde a la entrada del álabe del cuerpo difusor se cargue y falle por fatiga.

5 También se puede utilizar un impulsor seguido de un cuerpo difusor continuo de álabes que comienza inmediatamente después de la descarga del impulsor y se extiende hasta el comienzo de la siguiente etapa.

Con todos estos condicionantes, el solicitante ha ido efectuando numerosos experimentos reales y en computación con la técnica de  
10 Computacional Fluid Dynamics (CFD) determinando punto a punto la geometría óptima en cada punto del camino del fluido en la bomba para conseguir un óptimo rendimiento.

Representada dicha geometría en ejes de coordenadas con el eje Y de la bomba como la referencia de ordenada ( $Y \equiv R$ ) y ( $X \equiv Z$ ) como coordenada radial en abscisas Y aplicando la técnica matemática a dicha geometría, ha desarrollado una  
15 ecuación simple pero que se ajusta con un error de  $\pm 3.5\%$  a los resultados experimentales encontrados.

Dicha ecuación es el polinomio  $Y = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 + Ex^2 + Fx + G$ , teniendo que determinarse las constantes A, B, C, D, E, F y G para cada  
20 zona de la bomba que va a ser recorrida por el fluido.

En la figura 5 se representa el esquema de flujo y geometría en un impulsor que está constituido por una zona no alabeada (6) por donde entra el fluido procedente de la aspiración y una zona alabeada (7) por donde sale el fluido hacia el difusor. Se aprecian las dos superficies extremas de tapa (T) y cubo (C).

25 En la figura 6 se representa el esquema de flujo y geometría en un cuerpo o difusor que en este caso se compone de una primera zona no alabeada (8) por donde entra el fluido desde la salida del impulsor, zona alabeada (9) y una segunda zona no alabeada (10) que reconduce el fluido hacia el impulsor de la siguiente etapa.



Los caudales Q con los que se ha trabajado van en el rango de 2500 y 8000 litros/minuto.

En los ensayos efectuados el solicitante considera que en la electrobomba el elemento esencial para conseguir un óptimo rendimiento es el cuerpo-difusor por lo que lo mantiene inalterable, mientras que es conveniente modificar el impulsor al modificar el rango del caudal (Q), por lo que se han dado unos valores al citado polinomio para un primer tipo de impulsor de caudales (Q<sub>1</sub>) aproximadamente entre 2500 y 6000 litros/minuto y un segundo tipo de difusor para caudales (Q<sub>2</sub>) de aproximadamente entre 4500 y 8000 litros/minuto.

Las ecuaciones son las siguientes:

$$Y = f(x) = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 + Ex^2 + Fx + G$$

Identificación	A	B	C	D	E	F	G	Intervalo
Q <sub>1</sub> /I/NA/C	0	0	0	6E-05	0.0014	-0.0146	27.511	[1, 40.5]
Q <sub>1</sub> /I/NA/T	0	0	0	0	0	0	64.5	[1, 9]
Q <sub>1</sub> /I/A/C	0	0	5E-06	-0.0014	0.1535	-6.3821	121.24	[40.5, 83]
Q <sub>1</sub> /I/A/T	-4E-08	8E-06	-0.0006	0.0247	-0.4771	4.3023	50.015	[9, 54.09]
Q <sub>1</sub> /I/β/C	0	3E-09	-9E-07	0.0001	-0.0042	-0.0915	34.402	[0, 100]
Q <sub>1</sub> /I/β/T	0	1E-09	-5E-07	6E-05	-0.0044	0.1822	22.2	[0, 100]
Q <sub>1</sub> y Q <sub>2</sub> /D/NA/C	0	0	0	0	0	0.6605	20.45	[83, 88]
Q <sub>1</sub> y Q <sub>2</sub> /D/NA/T	0	0	0	0	0	0.7225	55.648	[54.09, 60]
Q <sub>1</sub> y Q <sub>2</sub> /D/A/C	-9E-09	7E-06	-0.0019	0.3064	-26.923	1256.3	-24283	[88, 154]
Q <sub>1</sub> y Q <sub>2</sub> /D/A/T	1E-10	-9E-08	2E-05	-0.0033	0.2349	-7.616	174.28	[60, 163.5]
Q <sub>1</sub> y Q <sub>2</sub> /D/NA/C	0	0	-1E-05	0.0073	-1.7542	186.27	-7311.6	[154, 174]
Q <sub>1</sub> y Q <sub>2</sub> /D/NA/T	0	0	0	0.0053	-2.6745	446.37	-24717	[163.5, 174]
Q <sub>1</sub> y Q <sub>2</sub> /D/β/C	0	0	1E-06	-0.0002	0.0203	-1.0819	156.82	[0, 100]
Q <sub>1</sub> y Q <sub>2</sub> /D/β/T	0	0	3E-07	-1E-04	0.0101	-0.7587	175	[0, 100]
Q <sub>2</sub> /I/NA/C	0	0	0	5E-05	0.0013	-0.0139	27.511	[1, 41]
Q <sub>2</sub> /I/NA/T	0	0	0	0	0	0	64.5	[1, 7]
Q <sub>2</sub> /I/A/C	0	0	5E-06	-0.0012	0.1205	-4.7599	93.614	[41, 83]
Q <sub>2</sub> /I/A/T	0	7E-07	-0.0001	0.0058	-0.113	0.8709	62.273	[7, 54.09]
Q <sub>2</sub> /I/β/C	0	0	9E-08	-3E-05	0.0002	0.0246	41.062	[0, 100]
Q <sub>2</sub> /I/β/T	0	0	-6E-07	0.0001	-0.0126	0.5887	23.694	[0, 100]

Siendo:

I: Impulsor.

D: Cuerpo ó difusor

A: Zona alabeada.

5 NA: Zona no alabeada.

T: Tapa.

C: Cubo.

$\beta$ : El ángulo beta.

Se han efectuado muchas mediciones en laboratorios sobre los  
10 rendimientos de las electrobombas conocidas y los rendimientos con los prototipos  
desarrollados de acuerdo con la geometría de los elementos ajustada a las ecuaciones  
del polinomio mencionado.

Se adjuntan, a modo de ejemplo, trece resultados para diferentes  
caudales (Q). En estos ejemplos en todas las nuevas electrobombas se ha utilizado  
15 un mismo tipo de cuerpo-difusor y un primer tipo de impulsor para caudales ( $Q_1$ )  
entre 3250 y 5700, con un segundo tipo de impulsor para caudales ( $Q_2$ ) entre 5000 y  
7000 litros/minuto.

$Q_1$	Rto hidráulico antiguo	Rto hidráulico nuevo
3250	69.64	75.164
3750	75.2	80.33
4250	78.2	86
4500	79.15	87.2
4800	80.3	88.37
5100	80.4	87.5
5400	79.9	85
5700	77.5	82.4

$Q_2$	Rto hidráulico antiguo	Rto hidráulico nuevo
5000	75	85.43
5500	78	86.7
6000	79	86.2
6500	76.5	83.7
7000	72	79.366

## REIVINDICACIONES

1.- Grupo electrobomba multietapa, de los que constan de una bomba centrífuga multifásica y con un motor eléctrico directamente acoplado a la bomba, constando cada etapa de la bomba, de un impulsor y un difusor que constan  
5 cada uno de ellos de canales con zonas alabeadas y no alabeadas, delimitadas entre una superficie-tapa y una superficie-cubo, y siendo el ángulo  $\beta$  el ángulo de la tangente en cada punto, caracterizado porque siendo el eje Y de la electrobomba la coordenada radial y X la coordenada axial, para caudales Q entre 2500 y 8000 l/min los puntos de la superficie del impulsor y del difusor cumplen la ecuación polinomial  
10 de sexto grado  $Y = f(x) = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 + Ex^2 + Fx + G$  y siendo en el difusor:

- a) en el cubo la zona no alabeada  $A=B=C=D=E=0$ ;  $F=0.6605$ ;  $G=20.45$ ;
- b) en la tapa la zona no alabeada  $A=B=C=D=E=0$ ;  $F=0.7225$ ;  
15  $G=55.648$
- c) en el cubo la zona alabeada  $A=-9E-09$ ;  $B=7E-06$ ;  $C=-0.0019$ ;  $D=0.3064$ ;  $E=-26.923$ ;  $F=1256.3$ ;  $G=-24283$
- d) en la tapa la zona alabeada;  $A=1E-10$ ;  $B=-9E-08$ ;  $C=2E-05$ ;  $D=-0.0033$ ;  $E=0.2349$ ;  $F=-7.616$ ;  $G=174.28$
- 20 e) en el cubo la zona no alabeada;  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=-1E-05$ ;  $D=0.0073$ ;  $E=-1.7542$ ;  $F=186.27$ ;  $G=-7311.6$ ;
- f) en la tapa la zona no alabeada;  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=0$ ;  $D=0.0053$ ;  $E=-2.6745$ ;  $F=446.37$ ;  $-G=24717$ ;
- 25 g) en el cubo  $\beta$ ;  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=1E-06$ ;  $D=-0.0002$ ;  $E=0.0203$ ;  $F=-1.0819$ ;  $G=156.82$ ;
- h) en la tapa  $\beta$ ;  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=3E-07$ ;  $D=-1E-04$ ;  $E=0.0101$ ;  $F=-0.7587$ ;  $G=175$ .

2.- Grupo electrobomba multietapa, según reivindicación anterior, caracterizado porque en el impulsor es:

a1) en el cubo la zona no alabeada  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=0$ ;  $D=6E-05$ ;  
 $E=0.0014$ ;  $F=-0.0146$ ;  $G=27.511$ ;

b1) en la tapa la zona no alabeada  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=0$ ;  $D=0$ ;  $E=0$ ;  
 $F=0$ ;  $G=64.5$ ;

5 c1) en el cubo la zona alabeada  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=5E-06$ ;  $D=-0.0014$ ;  
 $E=0.1535$ ;  $F=-6.3821$ ;  $G=121.24$ ;

d1) en la tapa la zona alabeada  $A=-4E-08$ ;  $B=8E-06$ ;  $C=-0.0006$ ;  
 $D=0.0247$ ;  $E=-0.04771$ ;  $F=4.3023$ ;  $G=50.015$ ;

e1) en el cubo  $\beta$   $A=0$ ;  $B=3E-09$ ;  $C=-9E-07$ ;  $D=0.0001$ ;  $E=-0.0042$ ;  
10  $F=-0.0915$ ;  $G=34.402$ ;

f1) en la tapa  $\beta$   $A=0$ ;  $B=1E-09$ ;  $C=-5E-07$ ;  $D=6E-05$ ;  $E=-0.0044$ ;  
 $F=0.1822$ ;  $G=22.2$ .

3.- Grupo electrobomba multietapa, según reivindicación primera,  
caracterizado porque en el impulsor es:

15 a2) en el cubo la zona no alabeada  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=0$ ;  $D=5E-05$ ;  
 $E=0.0013$ ;  $F=-0.0139$ ;  $G=27.511$

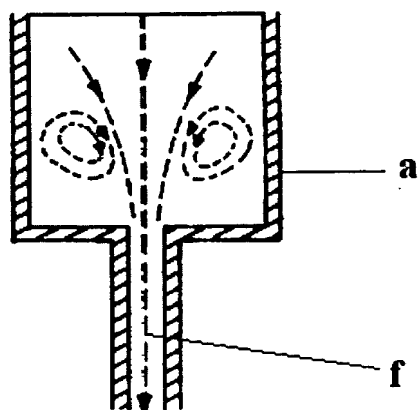
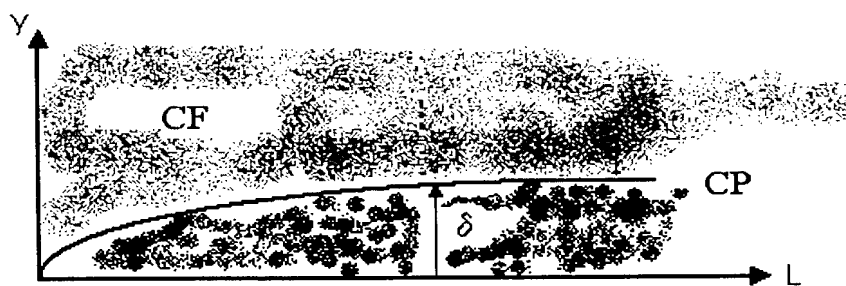
b2) en la tapa la zona no alabeada  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=0$ ;  $D=0$ ;  $E=0$ ;  
 $F=0$ ;  $G=64.5$

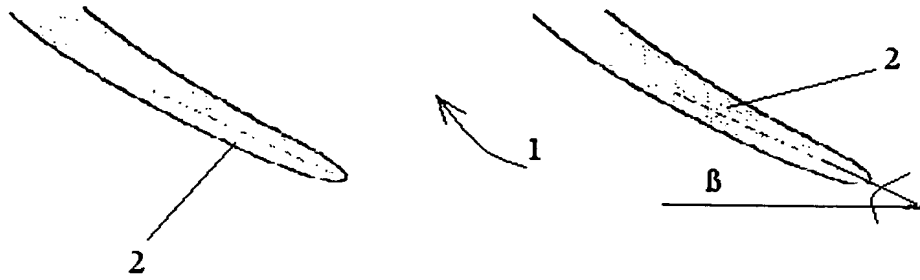
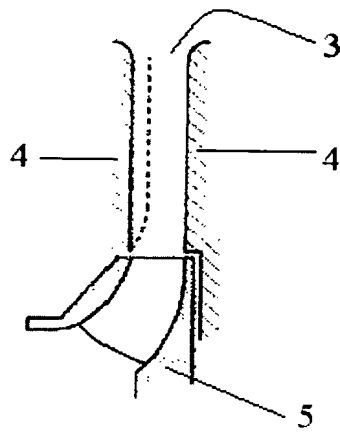
c2) en el cubo la zona alabeada  $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=5E-06$ ;  $D=-0.0012$ ;  
20  $E=0.1205$ ;  $F=-4.7599$ ;  $G=93.614$

d2) en la tapa la zona alabeada  $A=0$ ;  $B=7E-07$ ;  $C=-0.0001$ ;  
 $D=0.0058$ ;  $E=-0.113$ ;  $F=0.8709$ ;  $G=62.273$

e2) en el cubo  $\beta$   $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=9E-08$ ;  $D=-3E-05$ ;  $E=0.0002$ ;  
 $F=0.0246$ ;  $G=41.062$

25 f2) en la tapa  $\beta$   $A=0$ ;  $B=0$ ;  $C=-6E-07$ ;  $D=0.0001$ ;  $E=-0.0126$ ;  
 $F=0.5887$ ;  $G=23.694$ .

**Fig. 1****Fig. 2**

**Fig. 3****Fig. 4**

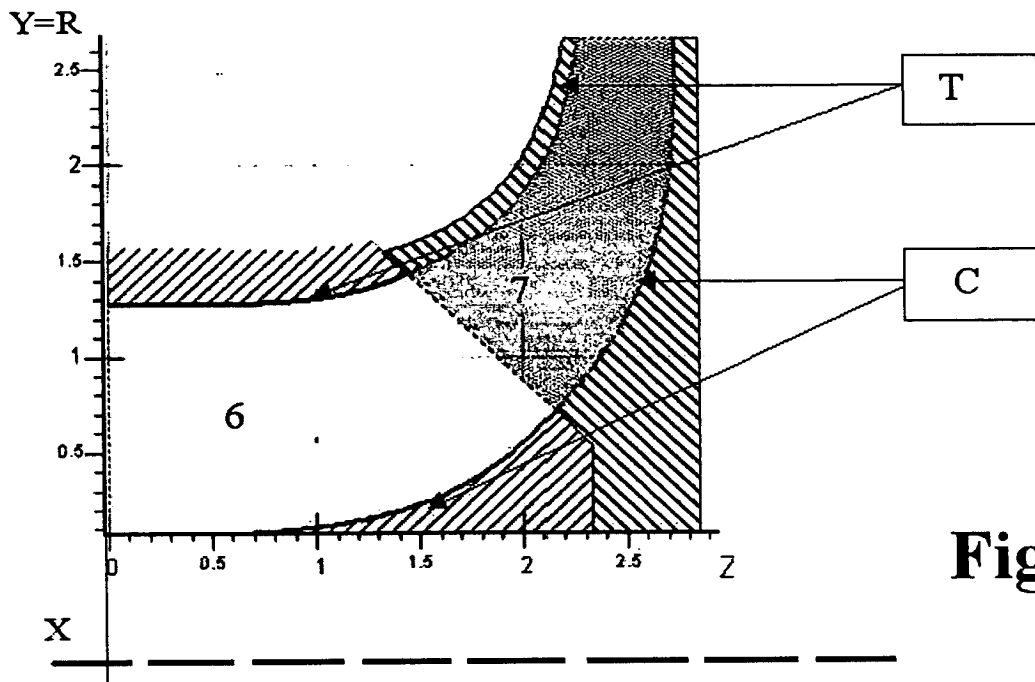


Fig. 5

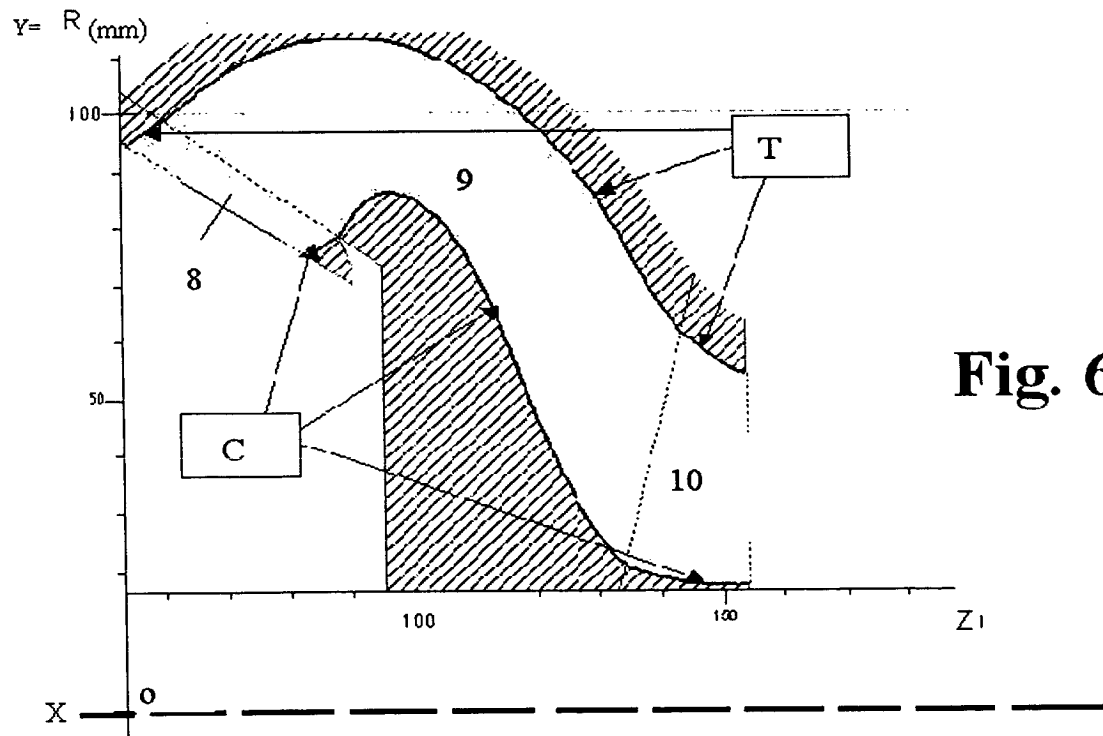
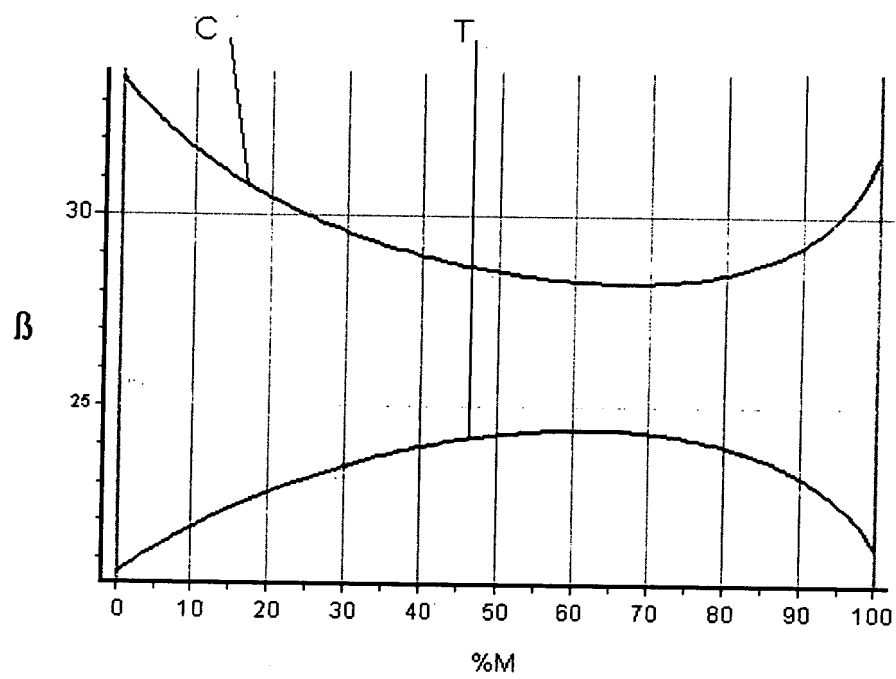


Fig. 6

**Fig. 7**